

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-252912

(43)Date of publication of application : 10.11.1986

---

(51)Int.Cl.

F16C 9/02

---

(21)Application number : 60-092673

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.04.1985

(72)Inventor : OKAZAKI TAKESHI  
SATO KAZUO  
ASAI YASUSHI  
HANAKAWA KATSUNORI

---

## (54) CRANKSHAFT BEARING STRUCTURE IN ENGINE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of seizure or binding in a bearing, by maintaining a metal clearance to below the specified value at the service temperature range between a crankshaft and the crankshaft bearing.

CONSTITUTION: Ductile cast iron is austempered, manufacturing a crankshaft of 30W50wt% in a residual austenite quantity, and a crankshaft bearing structure of an engine is constituted of this crankshaft and a cylinder block bearing part, made of an aluminum alloy of 17W21×10-6/°C in a coefficient of thermal expansion. With this constitution, a metal clearance is maintainable to below the specified value at the service temperature range so that seizure or binding in a bearing is preventable from occurring.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-252912

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)11月10日

F 16 C 9/02

8613-3J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 エンジンのクランクシャフト軸受構造

⑰ 特 願 昭60-92673

⑱ 出 願 昭60(1985)4月30日

⑲ 発 明 者	岡 崎 健	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
⑲ 発 明 者	佐 藤 和 雄	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
⑲ 発 明 者	浅 井 裕 史	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
⑲ 発 明 者	花 川 勝 則	広島県安芸郡府中町新地3番1号	マツダ株式会社内
⑰ 出 願 人	マツダ株式会社	広島県安芸郡府中町新地3番1号	
⑲ 代 理 人	弁理士 中 村 稔	外5名	

## 明 細 書

1. 発明の名称 エンジンのクランクシャフト  
軸受構造

## 2. 特許請求の範囲

重量パーセントで、2.6～4.0%のC、1.5～3.5%のSi、0.2～1.0%のMn、および0.05～0.08%のMgを含有し、残留オーステナイト量が30～50容量パーセントとなるようにオーステンパー処理された球状黒鉛鋳鉄から形成されたクランクシャフトと、

熱膨張率が $17 \sim 22 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ のAl合金から形成された軸受部とを有し、

前記クランクシャフトが前記軸受部に支承されて成るエンジンのクランクシャフト軸受構造。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、Al合金製の軸受部に鋳鉄製のクランクシャフトが支承されたクランクシャフト軸受構造の改良に関するものである。

(従来の技術)

近年においては、燃費改善の観点から、自動車の軽量化に対する要求は益々厳しくなっており、中でも重量構成上高い比率を占めるシリンダーブロックを鋳鉄からAl合金等の軽量材料へ転換することが重要な課題となってきた。ところが、軽合金は従来の鋳鉄に比べ熱膨張が大きいので、従来の鋼製あるいは鋳鉄製クランクシャフトを軽合金製のシリンダーブロックに組付けた場合には、温間時にメタルクリアランスが過大となり、振動騒音が著しく悪化するという問題が生じる。

そこで、例えば実開昭53-41508号公報に記載されているように、軽合金製のシリンダーブロック本体に鋳鉄製の軸受を銑ぐるみ、これによって鋳鉄製のクランクシャフトとの間の熱膨張率

の差を無くすることが考えられる。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このように軽合金製のシリンダブロックに鋳鉄製の軸受を鋳包んだものにおいて、それら両者間の接合強度に信頼性がないという問題点があり、更には、かかる鋳鉄の使用は重量の増加につながり、軽量化の要請に反するという問題点がある。なお、熱膨張率の大きな軽合金材料であるAl、Mg等を用いてクランクシャフトを製造することが考えられるが、これらの材料は強度、耐摩耗性および剛性の点で著しく劣っているため、クランクシャフトへの適用は困難である。また、鋼ではNiを多量に含んだオーステナイト系ステンレス鋼が考えられるが、焼入れ硬化が不可能なため強度、および耐摩耗性が不足するとともに、非常にコスト高となるので不適当である。更に、鋳鉄においては、高Niのオーステナイト系ダクタイル鋳鉄が考えられるが、強度および硬度が低く、折損、メタル焼付きが生ずるのでやはり不適当である。

スでは、メタルの焼付きが生じてしまい、また60μを越えるクリアランスではクランクシャフトの偏心回転等による振動、騒音が無視し得ない程に顕著になるからである。本発明者は、かかる範囲にメタルクリアランスを維持し、しかもクランクシャフトにおいてはそれに要求される疲労強度および耐メタル焼付き性を満足させるために、次のような材料によりクランクシャフトおよびシリンダブロックの軸受部を製造すれば良いことを見出した。

#### クランクシャフト

すなわち、クランクシャフトは、第1表に示す成分から成り、残留オーステナイト量が30～50容量%となるようにオーステンパー処理された球状黒鉛鋳鉄から製造する。ここに、残留オーステナイト量は、鋳鉄の熱膨張係数、疲労強度および硬度に影響を与えるものである。この残留量が30容量%未満では熱膨張量が小さく、Al合金製の軸受と組合せた場合に、そのメタルクリアランスを10～60μの範囲内に維持することが

本発明の目的は、このような問題点を解決したクランクシャフトの軸受構造を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

そのために本発明の軸受構造は、重量パーセントで、2.6～4.0%のC、1.5～3.5%のSi、0.2～1.0%のMn、および0.005～0.08%のMgを含有し、残留オーステナイト量が30～50容量パーセントとなるようにオーステンパー処理された球状黒鉛鋳鉄から形成されたクランクシャフトと、熱膨張率が $17 \sim 22 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$ のAl合金から形成された軸受部とを有し、前記クランクシャフトが前記軸受部に支承されて成ることを特徴とするものである。

詳述するに、鋳鉄製のクランクシャフトとAl合金製のシリンダブロック軸受との組み合わせから成る軸受部においては、メタルの焼付きおよびエンジンの振動騒音の面から、それら両部材のメタルクリアランスを10～60μの範囲内に維持する必要がある。これは、10μ未満のクリアラン

困難である。また、この残留量が50容量%を越えると、疲労強度および硬度が低下し、クランクシャフトとして用いるのには不適当になる。なお、残留オーステナイト量が30～50容量%のものは約 $16.5 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C} \sim 18.5 \times 10^{-6} / ^\circ \text{C}$ の熱膨張率を示す。

また、鋳鉄の組成は上述したように第1表に示してあるが、このうち、Mo、Cu、Niは必要に応じて添加されるものである。第1表に示すように、Cは2.6～4.0重量%の範囲が好適であり、2.6重量%未満では鋳造性が悪化し健全な製品の製造が困難となり、4.0重量%を越えると、ドロスが発生し易く、強度耐摩耗性が低下するので好ましくない。Siは1.5～3.5重量%の範囲が好適であり、これ以外の範囲では鋳造性が悪化するので好ましくない。Mnは0.20～1.0重量%の範囲が好適であり、0.2重量%未満では焼入れ性を減じ、パーライトの析出によって熱膨張量が小さくなるので不適当であり、1.0重量%を越えると炭化物が晶出し易くなり、疲労強度特性を悪化させ

るので好ましくない。Mgは、黒鉛を球状化させるために、0.005～0.08重量%の範囲が好適である。また、必要に応じて添加されるMoは、焼入性を増し、疲労強度を向上させ、クランクシャフト全体を均一なオーステナイト/黒鉛球状鑄鉄の組織となす効果を有し、適正な熱膨張を得るために好適である。このMoの添加量は、0.03～0.40重量%が好適であり、0.03重量%未満では上記の効果が得られず、0.40重量%を越えると、粒界に炭化物として偏析し、疲労強度が低下するので好ましくない。同じく必要に応じて添加するCuは、焼入性を向上させ、さらに残留オーステナイトの生成を促進させるに効果がある。添加量は0.60～1.50重量%が好適であり、0.6重量%未満では上記の効果なく、熱膨張率が減少してしまい、1.5重量%を越えると、球状化を阻害し機械的性質を損なうので好ましくない。同じく必要に応じて添加するNiは、上記のCuと同様の効果を有し、製造されるクランクシャフトの肉厚に応じて添加するのが好適であるが、1.5重量%を越えると上

記の効果の増進は期待できずコスト高になるので、1.5重量%以下が好ましく、更には0.30～1.50重量%が好ましい。

次に、上記組成の鑄鉄をオーステンパー処理して残留オーステナイト量を30～50容量%とするための処理条件としては、次のようなものが好ましい。すなわち、オーステナイト化温度およびその時間は、それぞれ800～950℃および4時間以内が好ましく、それに続く恒温保持温度および時間はそれぞれ350～420℃および15分以上3時間以下が好ましい。詳述するに、上記オーステナイト化温度は高いほど熱膨張量が大となるが、950℃を越えると、結晶粒が粗大化し疲労強度を低下させるので好ましくなく、また800℃未満では均一なオーステナイト化が達成できないので不適当である。また、オーステナイト化時間は、4時間を越えると結晶粒が粗大化するので好ましくない。上記恒温保持温度は、350℃未満では残留オーステナイト量が減り熱膨張量が減少してしまい、420℃を越えるとトルース

タイトの析出により熱膨張量がやはり減少するので好ましくない。また、恒温保持時間は、15分未満では常温で残留オーステナイトがマルテンサイトに変態し、熱膨張量を減少するとともに疲労強度が低下してしまい、3時間を越えると残留オーステナイトの分解が始まり熱膨張量がやはり減少するので好ましくない。

(第1表)

Fe	炭 素
Ni	0.30 — 1.50
Cu	0.60 — 1.50
Mo	0.03 — 0.40
Mg	0.005 — 0.08
Mn	0.20 — 1.0
Si	1.5 — 3.5
C	2.6 — 4.0

(注) 単位は容量%である。

シリンダブロックの軸受部

シリンダブロックの軸受部を製造するために用いるA<sub>2</sub>合金は、実用温度範囲において、上記のように製造されたクランクシャフトとの間に好適なメタルクリアランスを維持できるように、その熱膨張率を $17 \sim 22 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の範囲にするのが好ましい。これよりも小さな熱膨張率では、メタルの焼付きがひどくなり、これよりも大きな範囲では、振動および騒音が激しくなるので好ましくない。

なお、A<sub>2</sub>合金の熱膨張率および耐摩耗性はSiの含有量を変化させることにより、変えることが可能である。しかるに、Siの含有量が増加すると鋳造性が悪化する傾向があるので、実用上としては、例えばSiを18～20重量%含むA<sub>2</sub>合金を用いることができる。

軸受メタル

次に、上記のように製造されるクランクシャフトとシリンダブロック軸受部との間には軸受メタルが介在するが、この軸受メタルのメタルクリア

ランスに及ぼす影響について説明する。この軸受メタルは、通常厚さが例えば2mmというように薄く、高い爆発荷重でシリンダブロック側に押しつけられるので、この軸受メタルの熱膨張はほとんど問題にならない。しかし、より信頼性を高めるためには、シリンダブロックの軸受と同一か、またはクランクシャフトと、シリンダブロック軸受の中間の熱膨張率を有する材料で軸受メタルを製造することが好ましい。すなわち、裏金として（高強度）アルミ合金、オーステナイト系ステンレス鋼など用いることが可能である。さらに、メタル材料を直接溶射などの手段を用いてシリンダブロックの軸受内周壁面に接着することも可能である。

(実施例)

第2表に示す条件に従って、本発明によるクランクシャフトAおよび従来構成のクランクシャフトCを製造した。次に、シリンダブロックの軸受部を本発明に従って、A<sub>2</sub>合金により2種類製造した。このうち、一方の軸受部aはSiを10%

含むJIS ADC10（熱膨張率 $21 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）から製造し、他の軸受部bは、Siを17%含むアルミ合金材料（熱膨張率 $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）から製造した。

(第 2 表)

組成 (wt%)	C	Si	Mn	Cu	Mo	Ni	Mg	Sn	Fe
A	3.48	2.55	0.45	1.11	0.07	0.46	0.045	—	残部
C	3.64	2.73	0.25	—	—	—	0.043	0.097	残部
<p>熱 処 理</p> <p>A : 875℃で均一なオーステナイト固溶体とし、その後、395℃のソルトへ焼入れし、冷却した。残留オーステナイトを35～36%とした。</p> <p>C : 従来のクランクシャフトに用いられているパーライト型球状黒鉛鋳鉄で鑄造し成型。</p> <p>895℃×2.5 (時間)</p> <p>395℃×1 (時間)</p> <p>クランクシャフトの特性 (1600cc ガソリンエンジン用、軸受部φ50)</p> <p>耐久曲げモーメント (kg m) 軸部硬さ</p> <p>A : ロール加工なし 43285</p> <p>ロール加工あり 73</p> <p>C : ロール加工なし 33250</p> <p>ロール加工あり 51</p>									

第1図は、これら各部材の熱膨張量を示すグラフである。

次に、これらの軸受部a, bをそれぞれ上記のクランクシャフトAおよびCと組み合わせて、第2図に示すような軸受部を構成し、メタルクリアランスを算出した。第3図は、この結果を示すグラフである。ここで、組付け時のメタルクリアランスは30μに設定した。

図から明らかなように、従来のクランクシャフトCとシリンダブロック軸受部a, bと組み合わせた場合(破線Ⅰ, Ⅱ)においては、高温側でのメタルクリアランスが使用限界である60μを超え、低温側ではメタル焼付限界の10μよりも小さくなる。これに対して、本発明による軸受構造、すなわち(A, a)あるいは(A, b)の組み合わせにおいては、それぞれ実線Ⅲ, Ⅳで示すように、実用温度範囲である-30℃～130℃においてメタルクリアランスは10～60μの範囲内に維持されている。

次に、第3表に示す条件の下に、軸受部の騒音

およびメタル焼付き状態を調べた。この結果、本発明の構成による(ハ)の場合には、焼付きもなく、また騒音レベルも許容範囲内であった。これに対して他の二例(イ), (ロ)はいずれか一方を満たすのみであった。

(第 3 表)

	クランクシャフト	シリンダーブロックおよびベアリングキャップ	メタルクリアランス	テスト 結 果	
				騒音	メタル焼付
(イ)	J I S F C D 70	J I S A c 9 B	3 0 μ ~ 3 5	(不適)	(適) なし 焼付きなし 8 0 時間耐久
(ロ)	第 2 表の A と 同 一	J I S F c 2 5	3 0 μ ~ 3 5	(適)	(不適) なし 1 5 時間耐久 焼付きあり No. 2 , No. 3 メイン ジャーナル
(ハ)	第 2 表の A と 同 一	J I S A c 9 B	3 0 μ ~ 3 5	(適)	(適) なし 焼付きなし 8 0 時間耐久

エンジン : 1.6 L 4気筒 ガソリン エンジン  
クランクシャフト諸元 :  
ピン径 φ45  
ナール径 φ50  
クラック半径 4.8  
ロー加工 ピン、ジャーナル ファイレット部全箇所

シリンダーブロック : (ロ) : J I S F c 2 5 相当材  
(イ), (ハ) : J I S A c 9 B  
ピストン摺動部 耐摩耗部材溶射

メ タ ル : 鋼裏金付 AL-Sn合金  
高速・高荷重用

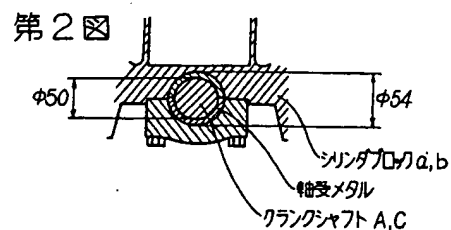
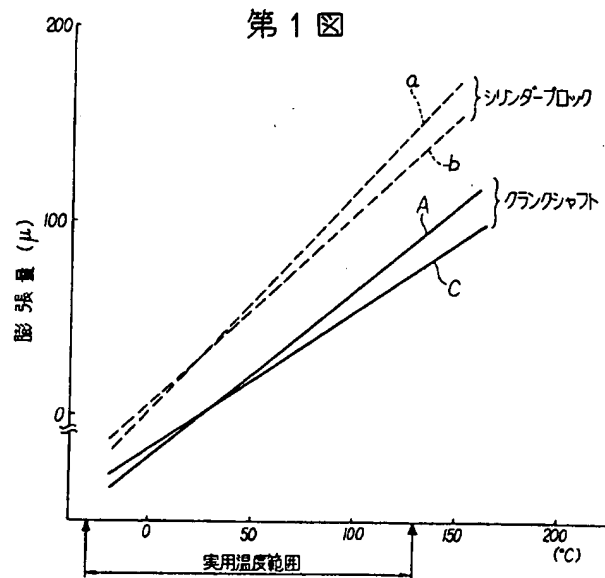
テスト モード : F/L 6800rpm 水温 100~104℃  
(高油水温テスト) 80時間 油温 130~135℃  
(オイル SAE #20 使用)

( 発 明 の 効 果 )

以上説明したように、本発明によれば、第1表に示す組成のダクタイル鑄鉄をオーステンパー処理して残留オーステナイト量が30～50重量%のクランクシャフトを製造し、このクランクシャフトと、熱膨張率が $17 \sim 21 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ のAl合金から製造したシリンダブロック軸受部とにより、エンジンのクランクシャフト軸受構造を構成したので、実用温度範囲においてメタルクリアランスを所定値以下に保持することができ、軸受の焼付きを防止できると共に、騒音を所定レベル以下に抑えることができる。従って、本発明によれば、実用上の障害を供うことなくAl合金製のシリンダブロックと鑄鉄製のクランクシャフトとを組み合わせることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は各部材の熱膨張量を示す特性線図、第2図はクランクシャフト軸受構造を示す断面図、第3図はメタルクリアランスを示す特性線図である。





第3図

